

Efectos del regulador del crecimiento de los insectos XRD-473 (Hexaflumurón) sobre *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae)

P. DEL ESTAL, E. VIÑUELA, A. ADAN y F. BUDIA

Se han evaluado los efectos de la benzoilfenil urea XRD-473 (hexaflumurón) sobre *T. castaneum*, aplicado disuelto en agua sobre la dieta larvaria, a dosis entre 0,01 y 1 ppm. Los resultados se midieron a las 3-4-5 y 6 semanas desde que se inició el desarrollo larvario. Para las dosis superiores a 0,25 ppm el producto ocasionó una notable mortalidad directa y un retraso en el tiempo de aparición de las pupas y adultos, siendo la emergencia cero en la semana 6 a partir de 0,5 ppm. Para las dosis inferiores a 0,1 ppm las diferencias con el testigo se manifestaron únicamente en la semana 6, al emerger en ellas un número de adultos significativamente más bajo. A las 3 semanas, para la dosis de 1 ppm se obtuvo una mortalidad del 100% y la DL50 larvaria fue de 0,245 ppm, encontrándose además una relación entre el % de reducción de peso larvario y las dosis.

P. DEL ESTAL, E. VIÑUELA, A. ADAN y F. BUDIA. Cátedra de Entomología Agrícola. E.T.S.I. Agrónomos. 28040 Madrid.

Palabras clave: *Tribolium castaneum*, XRD-473, hexaflumurón, benzoilfenil urea insecticidas.

INTRODUCCION

Uno de los métodos biotécnicos de control de plagas en vigor, consiste en el uso de las sustancias denominadas reguladores del crecimiento de los insectos (RCI), que presentan ventajas tales como selectividad, efectividad a dosis bajas e inocuidad para los enemigos naturales, por lo que son muy adecuadas para ser utilizadas en situaciones en las que está implicada la salud humana (CHARMILLOT y BLASER, 1985).

Dentro de los RCI ha tomado gran auge el grupo de las benzoilfenil ureas, que se descubrieron a principios de la década de los 70 y que actúan en el momento de la muda del insecto interfiriendo con la formación de la cutícula, al alterar la síntesis de la quitina (MITSUI, 1985; SANTIAGO-ALVAREZ, 1988).

A este grupo pertenece el producto XRD-473, para el que se ha propuesto el nombre de Hexaflumurón, que parece actuar fundamentalmente por ingestión vía larva, aunque también parece tener una considerable acción por contacto y cierta acción ovicida (KOMBLAS y HUNTER, 1986).

El rango de especies sobre las que actúa es amplio e incluye a Lepidópteros tales como *Cydia pomonella* y *Spodoptera littoralis* (RADWAN *et al.*, 1987), *Ostrinia nubilalis* (ASCHER *et al.*, 1987), *Choristoneura occidentalis* (ROBERTSON y PREISLER, 1986); al Homóptero *Psylla pyri* y al Coleóptero *Leptinotarsa decemlineata* (KOMBLAS y HUNTER, 1986); y a diversas especies de mosquitos (DOW, 1988).

Los RCI parecen ser también muy efectivos contra especies que han desarrollado resistencia hacia productos convenciona-

les (CHARMILLOT y BLASER, 1985) y el hexaflumurón ha controlado bien poblaciones resistentes de *S. littoralis* y *P. pyri* (KOMBLAS y HUNTER, 1986). Sin embargo ya se han citado casos de aparición de resistencia cruzada hacia RCI de diversos grupos, incluyendo las benzoilfenil ureas (CERF y GEORGHIOU, 1974), aunque otras veces esta resistencia no se manifiesta (VIÑUELA *et al.*, 1989).

En ensayos preliminares realizados en el laboratorio, el hexaflumurón demostró tener actividad contra *Tribolium castaneum* (Coleóptera: Tenebrionidae), importante plaga de los almacenes en nuestro país, por los destrozos que ocasiona en toda clase de alimentos elaborados a base de harinas, así como en granos rotos por el ataque previo de otras plagas (DOMINGUEZ, 1989).

El objetivo de este trabajo por tanto, es el estudio de la efectividad del hexaflumurón sobre dicha plaga.

MATERIAL Y METODOS

Material biológico

En los ensayos se utilizó una población de *T. castaneum* criada en el laboratorio sin contacto con insecticidas desde hacía varios años, según el método descrito por DEL ESTAL *et al.* (1983), sobre un medio compuesto por harina de trigo y levadura de cerveza en proporción 20:1.

Las condiciones de cría y realización de los ensayos fueron: Temperatura de 25 ° ± 2 °C; H. R. 70 ° ± 5% y fotoperíodo de 16 horas luz.

Insecticida

El insecticida empleado fue concentrado emulsionable (C.E.) con una riqueza de 100 gr. de materia activa/l. de hexaflumurón (N-((3,5-dicloro, 4-(1, 1, 2, 2-tetrafluoretoxi)fenil)amino)-carbonil)-2,6-difluorobenzamida) proporcionado por la Compañía Dow Chemical Ibérica, no registrado aún en España.

Método de ensayo

El experimento consistió en 3 repeticiones de 50 huevos de 1 día de edad por dosis y un testigo. Para cada dosis y repetición se utilizaron frascos de vidrio de 200 cc. de capacidad, que se rellenaban con 50 gr. de dieta y se cerraban con tela de visillo por su parte superior.

Para obtener huevos de edad uniforme para los ensayos, se siguió la técnica descrita por OROZCO (1967), cribando la dieta sucesivamente por diferentes tamices.

El producto se aplicó disuelto en agua a la dieta larvaria a dosis de 0,01-0,05-0,1-0,25-0,5-0,75 y 1 ppm. La cantidad total de líquido añadido fue en todo caso de 0,15 ml.

Transcurridas 12 horas desde su aplicación, se procedió al machacado de la dieta en mortero de cristal y al agitado mecánico de la misma en batidora Túrbula de la casa WAB a 90 revoluciones/minuto durante 45 minutos, para su homogeneización, antes de añadir los huevos.

En nuestras condiciones los huevos de *T. castaneum* tardaron en eclosionar 7 días tanto en los testigos como en los tratados, por lo que a partir de este momento se procedió semanalmente al conteo de los individuos vivos en cada una de las dosis, hasta la semana 6.

Como se observaron grandes diferencias de tamaño entre las larvas de los testigos y de los tratados a las tres semanas de la eclosión de los huevos, se procedió al pesado de las mismas en balanza de precisión Mettler (± 0,1 mg.).

Análisis de datos

Para evaluar los resultados de los ensayos, se realizó un análisis de varianza con los porcentajes de larvas, pupas y adultos obtenidos a las 3-4-5 y 6 semanas desde que se producía la eclosión de los huevos, una vez sometidos a la transformación $\text{arc. sen } \sqrt{x}$.

Cuando fue necesario, se realizó un test de Duncan y el nivel de significación utilizado fue el 5%.

Con la mortalidad larvaria a las 3 sema-

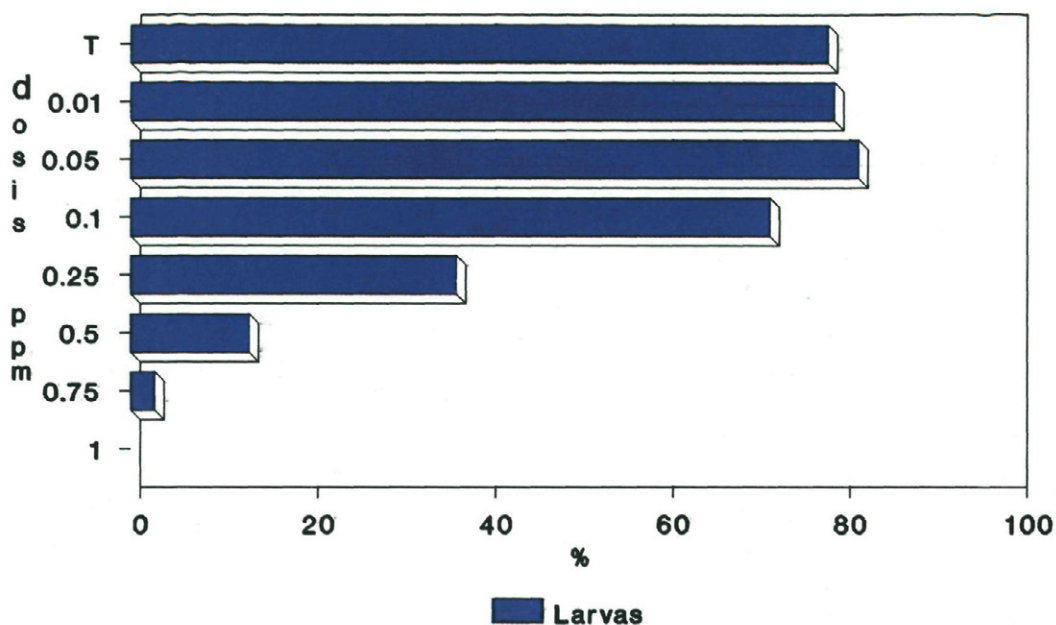


Fig. 1.—Porcentaje de larvas vivas, a las 3 semanas.

nas, se calculó la recta de regresión ponderada probit según el método de FINNEY (1971), expresándose las DL en ppm.

Para estudiar la pérdida de peso en las larvas tratadas según dosis, a las 3 semanas, se utilizó una regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se recogen los porcentajes de larvas vivas para las distintas dosis, a las 3 semanas de la eclosión de los huevos. Como se observa este producto parece tener gran efectividad sobre *T. castaneum*, ya que para la dosis superior empleada (1 ppm) la mortalidad fue del 100%, y luego ésta disminuye gradualmente al disminuir la dosis, no habiéndose

se encontrado diferencias significativas al 5% entre las tres dosis inferiores y los testigos.

SBRAGIA *et al.* (1983) trabajando con esta misma benzoilfenil urea y diversas especies de *Heliothis* también observaron la rápida actuación del producto, que tenía una gran acción tóxica directa en las dosis más altas, lo que la diferenciaba de otros compuestos de este mismo grupo.

Los parámetros de la recta de regresión ponderada probit calculada con la mortalidad larvaria, aparecen en el Cuadro 1. La DL50 obtenida fue de 0,245 ppm y es de la misma magnitud que las DL50 calculadas para este mismo insecto por ISHAAYA y YABLONSKI (1987), utilizando las benzoilfenil ureas diflubenzuron y clorfluazuron, que fueron respectivamente de 0,592 y 0,100 ppm.

Cuadro 1.—Parámetros de la recta de regresión ponderada probit, para larvas de *T. castaneum* tratadas con hexaflumurón. Mortalidad a las 3 semanas de eclosar los huevos

a	b ± S. E.	DL50 (ppm)	Límites fiduciales 95%	DL90 (ppm)	Límites fiduciales 95%
6,566	2,567 ± 0,189	0,245	0,2722; 0,2192	1,069	1,3558; 0,8892

Para las dos dosis inferiores utilizadas (0,01 y 0,05 ppm) no se observó reducción en el peso larvario, pero en el resto de las dosis, las larvas tratadas pesaban menos que los testigos, oscilando la reducción en peso entre el 10% para 0,1 ppm y 87% para 0,75 ppm. Se encontró una relación entre el % de pérdida de peso y las dosis, reflejándose en el Cuadro 2 los parámetros de la recta de regresión calculada.

Diversos autores trabajando también con *T. castaneum* y benzoilfenil ureas ya habían observado pérdidas de peso en los insectos tratados (ISHAAYA *et al.*, 1986; ISHAAYA y YABLONSKI, 1987), hecho que también parece producirse al utilizar re-

Cuadro 2.—Parámetros de la recta de regresión del % de reducción de peso larvario en función de las dosis, para larvas de *T. castaneum* tratadas con hexaflumurón, a las 3 semanas de eclosionar los huevos

a	b ± S. E.	r ²
0,01	126,52 ± 15,69	0,956

guladores del crecimiento de otros grupos y otras especies de insectos, como es el caso de la ciromacina y *Ceratitis capitata* o *Musca domestica* (EL-OSHAH *et al.*, 1985; BUDIA *et al.*, 1989).

Los resultados obtenidos a las 4 semanas de la eclosión de los huevos, aparecen en la Figura 2. En este momento, en las cuatro dosis inferiores y en los testigos, parte de los insectos tratados han pupado, mientras que en las dosis superiores aún permanecen únicamente en estado larvario. El número de pupas formadas disminuye significativamente al aumentar las dosis, aunque no hay diferencias en el número de pupas de los testigos y de las dosis de 0,01 y 0,05 ppm.

A las 5 semanas de la eclosión de los huevos (Figura 3) los testigos tienen un número de adultos significativamente superior al que aparece en los tratados, siendo la emergencia cero en las dosis más altas. El número de adultos disminuye al aumentar la dosis, aunque no existen diferencias para 0,01 y 0,05 ppm. En todas las dosis hay aún larvas, pero este

Dosis en ppm

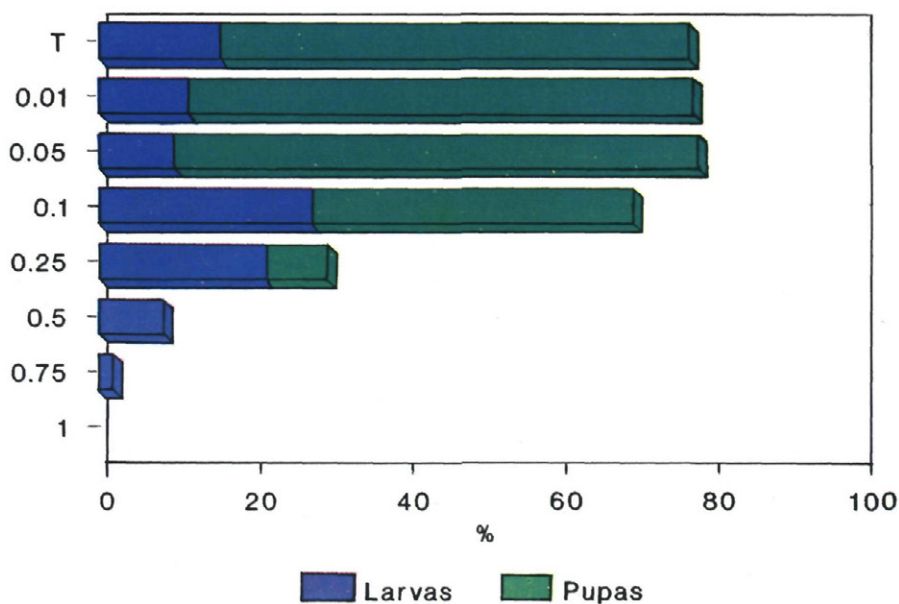


Fig. 2.—Porcentaje de larvas y pupas vivas, a las 4 semanas.

Dosis en ppm

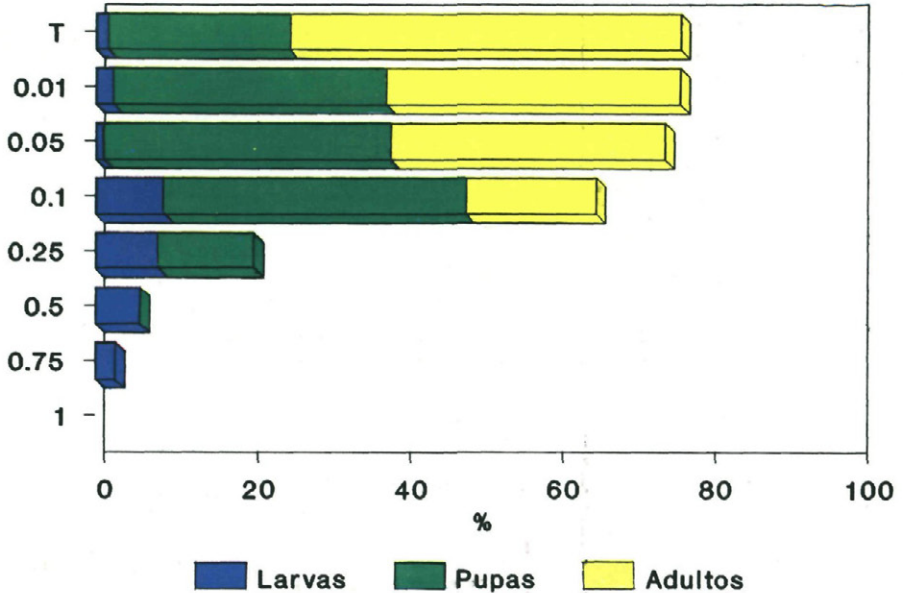


Fig. 3.—Porcentaje de larvas, pupas y adultos vivos, a las 5 semanas.

número es prácticamente cero en los testigos y en las dosis inferiores. El número de pupas de los testigos es significativamente menor que el de los tratados en los que ha habido emergencia de adultos, aunque luego en las dosis de 0,25 y 0,5 ppm también hay muy pocas pupas formadas.

En la Figura 4 se observa que a las 6 semanas, la mortalidad es total a partir de la dosis de 0,5 ppm, aunque en semanas anteriores ha habido larvas e incluso pupas. Hay diferencias significativas en el número de adultos obtenidos en testigos y tratados, siendo el orden: $T > 0,01 = 0,05 > 0,1 > 0,25$ ppm. En las dosis de 0,05 y 0,1 ppm aún hay un pequeño porcentaje de larvas y pupas.

De la observación de las cuatro Figuras se deduce que el hexaflumurón originó en *T. castaneum* no solo una mortalidad más o menos directa o diferida a lo largo del desarrollo dependiendo de las dosis, sino también un retraso en el mismo, ya que en las dosis elevadas (a partir de 0,25 ppm) se observó que pupas y/o adultos

aparecían 1 semana después que en los testigos.

Así para la dosis más baja empleada (0,01 ppm) en la tercera y cuarta semana (Figuras 1 y 2) no se apreciaban diferencias significativas con el testigo en cuanto al número de larvas y pupas formadas, pero en la quinta y sexta semana (Figuras 3 y 4), quedó patente que en el testigo había un número de adultos emergidos significativamente mayor, aunque el momento de aparición fue el mismo.

Por el contrario en la dosis de 0,25 ppm por ejemplo, desde la tercera semana (Figura 1) ya se observaban diferencias significativas con el testigo en el número de larvas vivas, y estas diferencias se mantenían y acentuaban a lo largo del tiempo (Figuras 2, 3 y 4) para todos los estados de desarrollo, existiendo un claro retraso en el momento de aparición de los adultos, que se produjo una semana después que en los testigos.

Como se deduce de los resultados obtenidos, el hexaflumurón parece tener buena efectividad sobre *T. castaneum*, por lo

Dosis en ppm

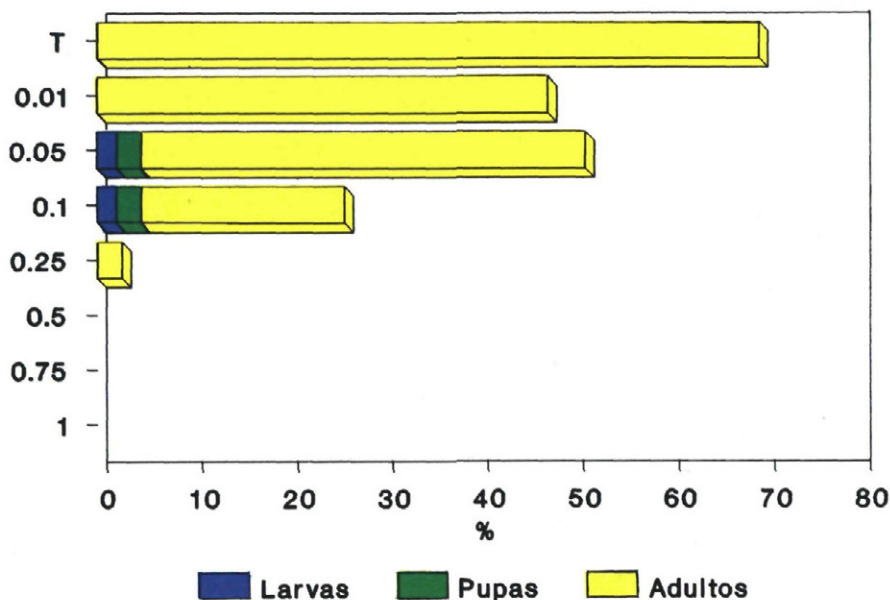


Fig. 4.—Porcentajes de larvas, pupas y adultos vivos, a las 6 semanas.

que se presenta como una posible alternativa al uso de insecticidas clásicos para la protección de los productos almacenados, aunque es necesario seguir ampliando los conocimientos que se tienen sobre el mismo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la compañía Dow Chemical Ibérica el suministro de una muestra del producto.

ABSTRACT

ESTAL, P. DEL, E. VIÑUELA, A. ADAN y F. BUDIA, 1990: Efectos del regulador del crecimiento de los insectos XRD-473 (hexaflumurón) sobre *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 16 (1): 339-345.

The benzoylphenyl urea insecticide XRD-473 (hexaflumuron) has been evaluated in laboratory against *T. castaneum* when eggs were reared in larval treated media with 7 different concentrations ranging from 0.01 ppm to 1 ppm. Results has been recorded 3-4-5 and 6 weeks after beginnig larval development. High doses (≥ 0.25 ppm) produced direct mortality and a delay in pupae and adult formation. Adult emergency was completely inhibited in doses ≥ 0.5 ppm. In low doses (≤ 0.1 ppm) only significant differences with control were observed in week 6, measured as number of adults obtained. In week 3 a mortality of 100% was recorded for 1 ppm and the LD50 calculated was 0.245 ppm. Also a relationship between larval weight loss and doses was found.

Key words: *Tribolium castaneum*, XRD-473, hexaflumuron, benzoylphenyl urea insecticides.

REFERENCIAS

- ASCHER, K. R. S., MELAMED-MADJAR, V., NEMNY, N. E., TAM, S., 1987: The effect of benzoylphenyl urea molting inhibitors on larvae and eggs of the European corn borer *Ostrinia nubilalis*. *Zeitschrift Pflanzkrankheiten und Pflanzenschutz*, **94**: 584-589.
- BLOOMCAMP, C. L., PATTERSON, R. S., KOEHLER, P. G., 1987: Cyromazine resistance in the house fly. *J. Econ. Entomol.*, **80**: 352-357.
- BUDIA, F., VIÑUELA, E., DEL ESTAL, P., 1989: Comunicación personal.
- CHARMILLOT, P. J. y BLASER, C., 1985: Le fénoxycarbe, un régulateur de croissance d'insectes homologué contre la tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana* F.v.R. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **17**: 85-92.
- DEL ESTAL, P., VIÑUELA, E., CAMACHO, C., PAGE, E., 1983: Estudios preliminares sobre tratamientos de pupas de *Ceratitis capitata* y *Tribolium castaneum* con radiación electromagnética no-ionizante. *Anales INIA. Serie Agrícola*, **22**: 51-59.
- DOMINGUEZ, F., 1989: *Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas*. 8.º ed. Mundi-Prensa. Madrid. 821 pp.
- DOW, ed., 1988: XRD-473-Hexafluron. *Technical bulletin*. 12 pp.
- DYTE, C. E., 1972: Resistance to a synthetic juvenile hormone in a strain of the flour beetle *Tribolium castaneum*. *Nature*, **238**: 48-49.
- EL-OSHAH, M. A., MOTOYAMA, N., HUGHES, P. B., DAUTERMAN, W. C., 1985: Studies on cyromazine in the house fly *Musca domestica*. *J. Econ. Entomol.*, **78**: 1203-1207.
- FINNEY, D. J., 1971: *Probit analysis*. Cambridge Univ. Press. 3. ed.
- ISHAAYA, I. y YABLONSKI, S., 1987: Toxicity of two benzoylphenyl ureas against insecticide resistant mealworms. In "Chitin and benzoylphenyl ureas": 131-140. Wright and Retnakaran eds. The Netherlands.
- KOMBLAS, K. N. y HUNTER, R. C., 1986: A benzoylphenyl urea for rational control of pests on fruit and vegetables. *Proc. British Crop Prot. Conf. Pests and diseases*, **3**: 907-913.
- MITSUI, T., 1985: Chitin synthesis inhibitors: benzoylurea insecticides. *J. Pesticide Inf.*, **47**: 3-7.
- OROZCO, F., 1967: El *Tribolium castaneum* en mejora animal. *Avicultura técnica*, **XVIII** (4): 1-10.
- RADWAN, H. S. A., EL-GHAR, G. E. S. A., EL-BERMAWY, Z. A., 1987: Joint action of benzoylphenyl ureas in binary mixtures against larvae of the cotton leaf worm *Spodoptera littoralis*. *Phytoparasitica*, **15**: 269-276.
- ROBERTSON, J. L. y PREISLER, H. K., 1986: XRD-473 (an experimental benzoylphenyl urea): rates and optimal time of application to western spruce budworm. *J. Entomol. Scien.*, **21**: 16-20.
- SANTIAGO-ALVAREZ, C., 1988: Insecticidas que inhiben la formación de la cutícula. En "Insecticidas biorracionales": 251-269. CSIC. Madrid.
- SBRAGIA, R. J., BISABRI-ERSHADI, B., RIGTERINK, R. H., CLIFFORD, D. P., DUTTON, R., 1983: XRD-473 an new acylurea insecticide effective against *Heliothis*. *Proc. 10th*.
- VIÑUELA, E., GOBBI, A., DEL ESTAL, P., BUDIA, F., 1989: Evaluación del organofosforado malatión y del regulador del crecimiento de los insectos fenoxicarb, sobre una población de campo y otra de laboratorio de *Tribolium castaneum*. *Investigación Agraria. Produc. Prot. Veg.* (en prensa).